

Prototype Digester Berpengaduk dan Sensor Pendeteksi Gas methane Berbasis IoT

Muhammad Zhaky^{1*}, Eko Supriadi²
^{1,2} Politeknik ATI Padang, Indonesia

Alamat Kampus: Jalan Bungo Pasang, Tabing - Padang 25171.
Correspondence E-mail: mhdzaky6@gmail.com

Abstract: Spentwash, a liquid waste byproduct of bioethanol production, is a potential raw material for biogas production due to its high organic content and abundant availability. PT Energi Agro Nusantara (ENERO) utilizes spentwash through anaerobic digestion processes to produce biogas, which is used as an alternative energy source. However, optimizing biogas production still faces various challenges, including the need for efficient monitoring and increased production volume. Internet of Things (IoT)-based technology offers a solution through real-time monitoring systems, enabling direct and accurate methane level measurements. This study aims to develop a prototype of a stirred digester equipped with an IoT-based methane gas detection sensor, using the MQ-2 sensor to detect methane gas.

Keywords: Spentwash, Biogas, IoT, Methane Detection, Anaerobic Digestion

Abstrak: Spentwash, salah satu limbah cair produksi bioetanol, merupakan bahan baku potensial untuk produksi biogas karena kandungan organik yang tinggi dan ketersediaannya yang melimpah. PT Energi Agro Nusantara (ENERO) memanfaatkan sisa limbah melalui proses pencernaan anaerobik untuk menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Namun optimalisasi produksi biogas masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk perlunya pemantauan yang efisien dan peningkatan volume produksi. Teknologi berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi melalui sistem pemantauan real-time, sehingga memungkinkan pengukuran kadar metana secara langsung dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe reaktor berpengaduk yang dilengkapi sensor pendeteksi gas metana berbasis IoT, dengan menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas metana.

Kata Kunci: Spentwash, Biogas, IoT, Deteksi Metana, Pencernaan Anaerob

1. PENDAHULUAN

PT Energi Agro Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang energi terbarukan yang dimana menghasilkan *bioethanol* dengan konsentrasi mencapai 99,5%. Dalam proses pembuatan *bioethanol*, menghasilkan limbah yang berasal dari kolom distilasi. Limbah yang dihasilkan ini berupa limbah cair yang dimana jika tidak dikelola atau dibuang ke lingkungan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Limbah hasil proses *bioethanol* ini sendiri bernama *spentwash*.

Spentwash merupakan bahan baku yang menjanjikan untuk produksi biogas karena mudah didapatkan, memiliki kandungan energi tinggi, dan relatif murah. *Spentwash* dapat diubah menjadi biogas melalui pencernaan anaerob, suatu proses yang menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik tanpa keberadaan oksigen. Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, panas, dan bahan bakar transportasi.. Untuk mengatasi limbah tersebut perlulah dilakukan

pengolahan lebih lanjut yang dimana spentwash ini sendiri bisa dijadikan sebagai bahan untuk pembuatan biogas.

Pada unit Biogas Plant di PT Energi Agro Nusantara mengolah limbah dari distilasi (*spent wash*) menjadi biogas dan pupuk hayati cair. Pada unit Biogas plant, *spent wash* diolah menjadi biogas dengan metode *anaerobic digestion* dan reaktor bertipe tangki berpengaduk (CSTR).

Pada proses pembentukan biogas pada PT Energi Agro Nusantara ini menggunakan metode *anaerobic digestion* yang dimana dalam prosesnya sendiri membutuhkan tambahan nutrisi berupa urea dan DAP. Urea sendiri dapat memberikan sumbangan nitrogen yang berguna bagi mikroorganisme yang terlibat dalam pencernaan anaerobik sedangkan DAP adalah senyawa yang mengandung unsur nitrogen dan fosfor, dan unsur-unsur ini juga penting untuk pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat dalam pembentukan biogas. (Osumah & Krishnamurthy, 2021).

Saat ini di PT Energi Agro Nusantara sedang mencari dan melengkapi data tentang variasi substrat terhadap produksi biogas dengan menggunakan pengaduk. Dari penelitian ini juga akan dilakukan pengukuran kadar *methane* dan volume *methane* dengan menggunakan metode *Internet of things* (IoT) dengan menggunakan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi gas. Pada proses fermentasinya akan menggunakan metode *anaerobic digestion* dapat mengubah biogas menjadi biogas dengan melalui 4 tahap yaitu *hidrolisis, asidogenesis, asitogenesis, dan metanogenesis*.

2. METODOLOGI

Metode percobaan

Pada percobaan pembuatan biogas dari spentwash ini dilakukan terlebih dahulu pembuatan digesternya yang mana terbuat pipa dengan kapasitas 500 ml dengan kondisi operasi kisaran 28°C-35°C. Berikut alat dan bahan yang digunakan:

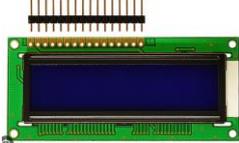
Alat

Dalam pembuatan biogas dari spentwash ini ada beberapa alat yang digunakan dalam proses pembuatan biogas:

Table 1. Alat yang digunakan

No	Alat	keterangan
1.		Dynamo digunakan sebagai penggerak magnet nantinya
2.		Toples sebagai media perakitan
3.		Magnet neodymium sebagai alat pengaduk
4.		Potensio digunakan sebagai pengatur kecepatan putaran dinamo
5.		Kabel penyambung arus
6.		Saklar yang digunakan sebagai tombol on/off alat
7.		Adaptor merupakan alat untuk suplay listrik dengan besar arus 12 volt
8.		Selang sebagai alat untuk mengaliri biogas dari digester ke gelas ukur
9.		Pipa 3 in sebagai digester anaerobic dalam proses pembentukan biogas
10.		Gelas ukur digunakan sebagai pengukuran volume secara manual

Table 2 Alat embaca Level Gas Methane

No	Gambar	Keterangan
1.		ESP 32 merupakan sebuah mikrokontroler yang digunakan dalam proyek-proyek Internet of Things (IoT) dan pengembangan perangkat terhubung
2.		Sensor MQ-2 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas <i>methane</i>
3.		LCD merupakan alat yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensir
4.		Board merupakan alat yang digunakan untuk menyambungkan arus dari kabel jumper
5.		Kabel jumper merupakan alat yang digunakan untuk menyambungkan ESP dengan perangkat lainnya

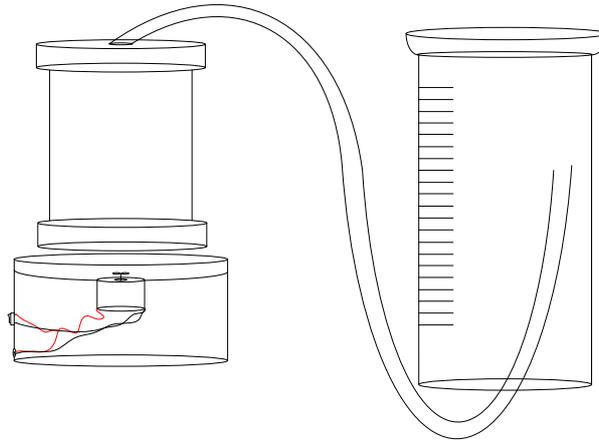
Bahan

Adapun bahan bahan yang digunakan dalam percobaan kali ini ialah sebagai berikut

Table 3 Bahan

No	Gambar	Keterangan
1.		<i>Spentwash</i> digunakan sebagai substrat dalam proses pembuatan biogas
2.		Vinase digunakan sebagai campuran dalam proses pembuatan biogas
3.		<i>Activity sludge</i> berfungsi sebagai mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah.

Sketsa / skema alat



Gambar 1 Skema Alat

Cara kerja

a. Pengambilan spentwash

Dalam proses pengambilan bahan untuk pembuatan biogas dilakukan dengan cara mengambilnya pada *drain* yang ada pada bagian kolam *pre settling*, pengambilan ini dilakukan dengan cara membuka *valve* dan menampungnya dengan menggunakan galon yang berukuran 19 liter. Pengambilan ini dilakukan setelah dilakukan penambahan kapur dan nutrient.

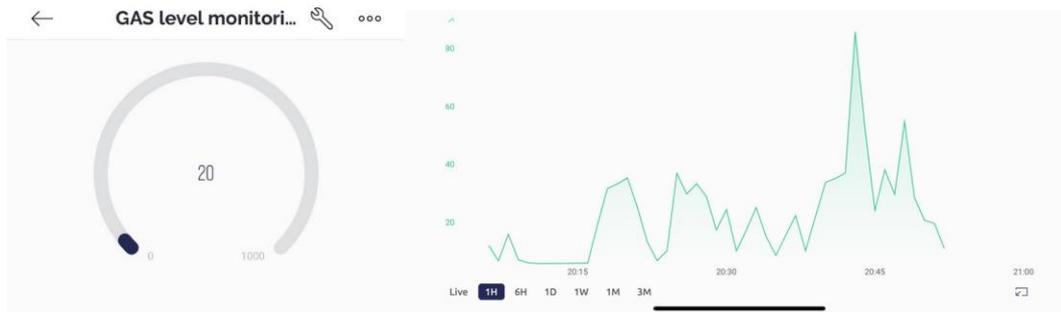
b. Pengukuran COD

Dalam pengukuran atau Analisa COD ini dilakukan 2 kali pengukuran yaitu COD awal dan COD akhir. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil *spentwash* sebanyak 0,1 ml dan dilakukan pengenceran 1000 x di dalam labu ukur, dari labu ukur nantinya akan di ambil sebanyak 0.2ml dan dimasukkan kedalam test tube yang berisikan reagen hach. Lakukan pemanasan selama 2 jam dan barulah nantinya bisa dilakukan pengukuran COD dengan menggunakan spektrofotometer hach.

c. Pengukuran CH₄ menggunakan metode Arduino (IoT)

Pengukuran kadar CH₄ ini bisa dilakukan pengujian salah satunya dengan memanfaatkan kemampuan sensor yaitu sensor MQ-2 yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas dalam udara. Sensor ini dapat mendeteksi beberapa jenis gas, termasuk metana, karbon monoksida, propana, isobutana, dan asap. Cara kerjanya, yaitu pada saat sensor terpapa gas methan, yang mana nantinya sensor akan memberi sinyal dan menampilkan kadar gas ke LCD dan sensor juga akan mengirim sinyal ke

dalam aplikasi pada *handphone* yang menunjukkan tanda sensor mendeteksi gas.(Wahid & Octaviano, n.d, 2023).



Gambar 1 Grafik Level Gas *Methane* menggunakan Aplikasi Blynk

d. Pengukuran Volume Biogas dengan gelas ukur

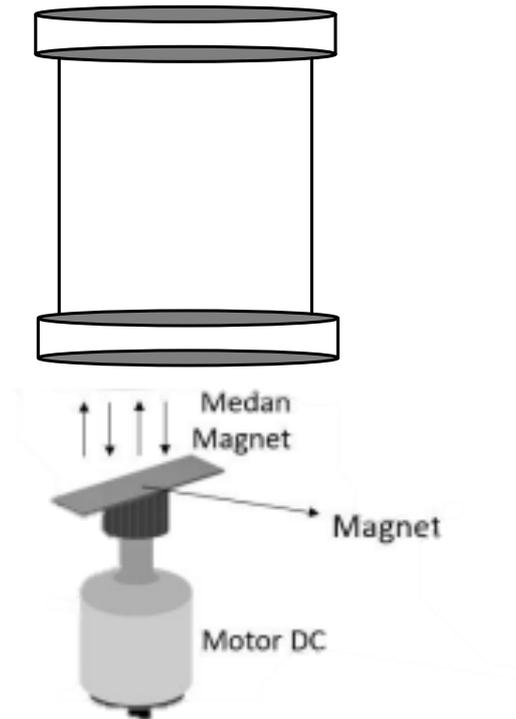
Pengukuran volume biogas dengan menggunakan gelas ukur ini dilakukan dengan cara menyambungkan selang dengan keluaran gas dari digester biogas dan meletakkannya di dalam gelas ukur yang berisikan air. Pada saat biogasnya produksi maka otomatis volume air yang berada didalam gelas ukur akan berkurang.



Gambar 2 Pengukuran Gas Menggunakan Gelas Ukur

e. Pengadukan magnet

Sistem pengadukan pada proses pembuatan biogas ini sendiri memanfaatkan magnet sebagai alat pengaduknya yang dimana memiliki cara kerja Magnetic Neodymium ini bekerja dengan cara memasang sebuah magnet pada poros motor Dinamo, sehingga akan menghasilkan medan magnet. Ketika motor Dinamo diaktifkan dan berputar maka magnet tersebut akan ikut berputar. Stir bar yang diletakkan dalam gelas akan ikut berputar akibat medan magnet yang dihasilkan oleh magnet yang terpasang pada poros motor dynamo.(Hadi Prasetyo et al., n.d,2020).



Gambar 3 Skema Alat Pengaduk

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Spentwash

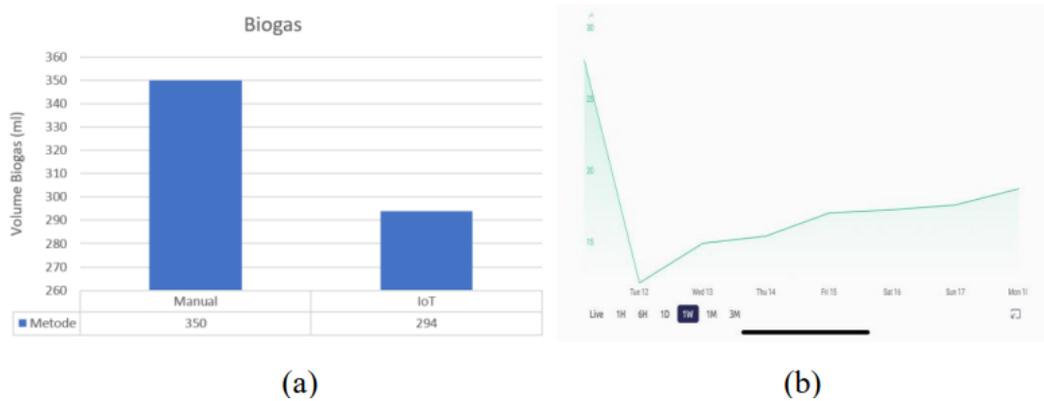
Tabel 4 hasil Pengukuran Volume Biogas Variasi 20% dengan Metode Manual dan IoT

No	Metode	Volume biogas (ml)
1.	Manual	350
2.	IoT	294

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi spentwash sebesar 20% dengan perlakuan berbeda yaitu dengan yang di aduk dengan tidak di aduk , membuktikan bahwasannya pengadukan dapat mempercepat dalam proses penguraian bahan organic, sehingga dalam proses pembuatan biogas ini dengan metode pengadukan ini menghasilkan komposisi gas yang lebih tinggi di bandingkan dengan tidak di aduk.

Sedangkan dengan metode yang tidak di aduk ini memiliki waktu dan proses yang lama dalam penguraiannya, sehingga dalam prosesnya sendiri tidak menghasilkan produksi biogas yang maksimal, sehingga bisa dikatakan dengan waktu yang sama namun dengan perlakuan berbeda dapat menghasilkan komposisi biogas yang berbeda.

Perbandingan Metode Manual dan IoT



Gambar 5 (a) Diagram Batang Biogas dan (b) Grafik Produksi Biogas dari App Blynk

Metode IoT menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan metode manual dalam hal akurasi dan efisiensi waktu. Sistem berbasis IoT juga memungkinkan deteksi dini potensi bahaya seperti kebocoran gas metana.

Dalam proses pembentukan biogas dengan menggunakan MQ-2 ini dapat membantu dalam proses pemantauan produksi gas dari jauh, sehingga bisa melihat secara langsung proses pembentukan biogas dari hari ke hari. Aplikasi ini dapat melakukan pengukuran kadar biogas dimulai dari persatuan detik, menit, jam, hari, mingguan dan bulanan, sehingga pemantauannya bisa dilakukan secara detail. Dari data produksi biogas yang didapatkan pada hari terakhir, biogas yang dihasilkan ini sebanyak 19% yang dimana jika di kalikan dengan volume gas holder 1.550 ml akan mendapatkan volumenya sebesar 294 ml

Jika dibandingkan dengan variasi 20% yang ditunjukkan pada diagram batang diatas dengan menggunakan metode pengukuran volume manual dengan nilai volume 350 ml, nilai volume biogas yang dihasilkan tersebut lebih tinggi dari volume biogas dengan menggunakan metode IoT ini. Hal ini di sebabkan karena pada prosesnya sendiri dilakukan berbeda yaitu biogas dengan metode manual itu dilakukan dengan menggunakan pengadukan dan diletakkan di luar ruangan, sedangkan dengan menggunakan metode IoT ini dilakukan di dalam ruangan dan tanpa pengadukan. Dapat dikatakan bahwa proses pengadukan dan suhu sangatlah mempengaruhi proses pembentukan biogas itu sendiri.

Sistem IoT berbasis ESP32 dan aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan kadar metana secara real-time. Data menunjukkan bahwa sensor MQ-2 mampu memberikan hasil yang konsisten dan akurat, meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan selama proses produksi.

Metode IoT menawarkan keunggulan signifikan dibandingkan metode manual dalam hal akurasi dan efisiensi waktu. Sistem berbasis IoT juga memungkinkan deteksi dini potensi bahaya seperti kebocoran gas metana.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa variasi spentwash dan penggunaan sistem berbasis IoT berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produksi biogas. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan yang lebih efisien, akurat, dan real-time. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada optimasi sistem untuk aplikasi skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrean. (2024). Pemanfaatan limbah buah-buahan menjadi biogas dengan starter kotoran sapi, kotoran kambing, dan burung puyuh. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Dewilda, Y., Kartika, D., & Dila. (2013). Uji pembentukan biogas dari sampah pasar dengan penambahan kotoran ayam.
- Dharma. (2011). Kajian potensi sumber energi biogas dari kotoran ternak untuk bahan bakar alternatif di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro.
- Hadi Prasetyo, et al. (2020). Desain sistem pengaduk magnetik.
- Osumah, & Krishnamurthy. (2021). Anaerobic digestion of spentwash.
- Pratiwi, I. P., Homza, R., & Firdausi, O. (2019). Produksi biogas dari limbah kotoran sapi dengan biodigester fixed drum. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3), 7–16.
- PT Energi Agro Nusantara. (2023). *Laporan tahunan*.
- Saputra, R. F., Kesehatan, P., & Tanjungkarang, K. (2021). Tipe portabel untuk mengolah limbah kotoran ternak sapi. *Jurnal Kesehatan*, 15(3), 130–137.
- Sutanto. (2010). Pengolahan limbah cair untuk produksi biogas.
- Wahid, & Octaviano. (2023). Pengukuran kadar gas metana menggunakan IoT.